



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Queimadas na Amazônia e seus impactos na saúde:

A incidência de doenças respiratórias no sul da Amazônia aumentou significativamente nos últimos meses

3º Informe técnico do Observatório de Clima e Saúde

30 de setembro de 2019

Responsáveis:

Christovam Barcellos - ICICT-Fiocruz

Diego Xavier - ICICT-Fiocruz

Sandra Hacon – ENSP -Fiocruz

Paulo Artaxo - USP

Renata Gracie - - ICICT-Fiocruz

Monica Magalhães - ICICT-Fiocruz

Vanderlei Matos - ICICT-Fiocruz

Antônio Miguel Monteiro - INPE

Patrícia Feitosa - ICICT-Fiocruz

Apresentação

A Região Amazônica - a maior área de floresta tropical do mundo -, contendo, aproximadamente, um quarto de todas as florestas tropicais do planeta, figura entre as regiões que possuem as maiores taxas de desmatamento. As queimadas na Amazônia e no Cerrado representam a principal contribuição brasileira (aproximadamente 19%) para as fontes globais de vários gases de efeito estufa, como CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso), dentre outros, com desdobramentos diretos no fenômeno das mudanças climáticas nos níveis local, regional e global.

A floresta amazônica é heterogênea e complexa, e é essencial ter uma compreensão científica abrangente das inter-relações entre clima, composição atmosférica, uso da terra, fogo e fatores socioeconômicos. Na Amazônia, os incêndios são causados quase exclusivamente por ação humana, e as ocorrências de incêndios naturais são eventos raros devido às altas taxas de precipitação. O fogo tem sido rotineiramente usado como uma ferramenta de limpeza de áreas florestais durante a estação seca,



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

em preparação para atividades de pecuária, agricultura, mineração e outras. Devido à alta precipitação da região, dificultando a queima da floresta, os agricultores cortam a floresta no final da estação chuvosa (maio-junho) e deixam a madeira secar por alguns meses (agosto-setembro), quando a madeira é queimada. Todos os anos, grandes quantidades de fumaça podem ser facilmente observadas usando imagens de sensoriamento remoto, principalmente na região chamada “arco do desmatamento”, na parte sul da Amazônia. A nuvem de fumaça se estende por milhões de km², cobrindo finalmente grandes áreas da América do Sul, com impactos significativos que se estendem para áreas distantes da região amazônica. A exposição a partículas de aerossóis afeta diretamente a saúde humana, como o aumento da incidência de doenças respiratórias como a asma e as cardiovasculares, que afetam principalmente crianças e idosos, além daqueles com doenças pregressas e gestantes.

As queimadas e a consequente emissão de gases, material particulado, compostos orgânicos voláteis (VOCs) na atmosfera comprometem as condições de saúde das populações nas suas áreas de influência, ocorrendo com mais intensidade na área definida como Arco do Desmatamento, que abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, parte do Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.

Desde sua fundação, em 2010, o [Observatório de Clima e Saúde](#) vem acompanhando a evolução das queimadas e seus efeitos sobre a saúde das populações na [Amazônia e Cerrado](#). Têm-se observado uma forte tendência de aumento da incidência de doenças respiratórias durante o período em que coincidem a diminuição das chuvas na região, a queda dos índices de umidade, a ocorrência de queimadas e a contaminação atmosférica pelos diversos tipos de poluentes.

Neste informe, o Observatório traz alguns elementos que permitem avaliar outros impactos destes processos, considerando indicadores de saúde que apontam os efeitos das queimadas sobre a saúde e suas tendências recentes. O objetivo deste informe é criar um alerta, voltado para o sistema de saúde da região, apontando áreas de maior risco de problemas respiratórios e suas possíveis consequências para a saúde da população.

As queimadas e suas consequências sobre a poluição atmosférica na Amazônia

Durante o ano de 2019 foi observado um aumento de focos de queimadas, o desmatamento de áreas de ocupação recente - principalmente ao longo de estradas, além de parte de áreas protegidas e territórios indígenas, como reservas indígenas - como mostra a figura 1. Estes eventos tiveram grande repercussão nacional e internacional, com enfoque principal sobre a emissão de gases de efeito estufa e a destruição da fauna e flora local.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

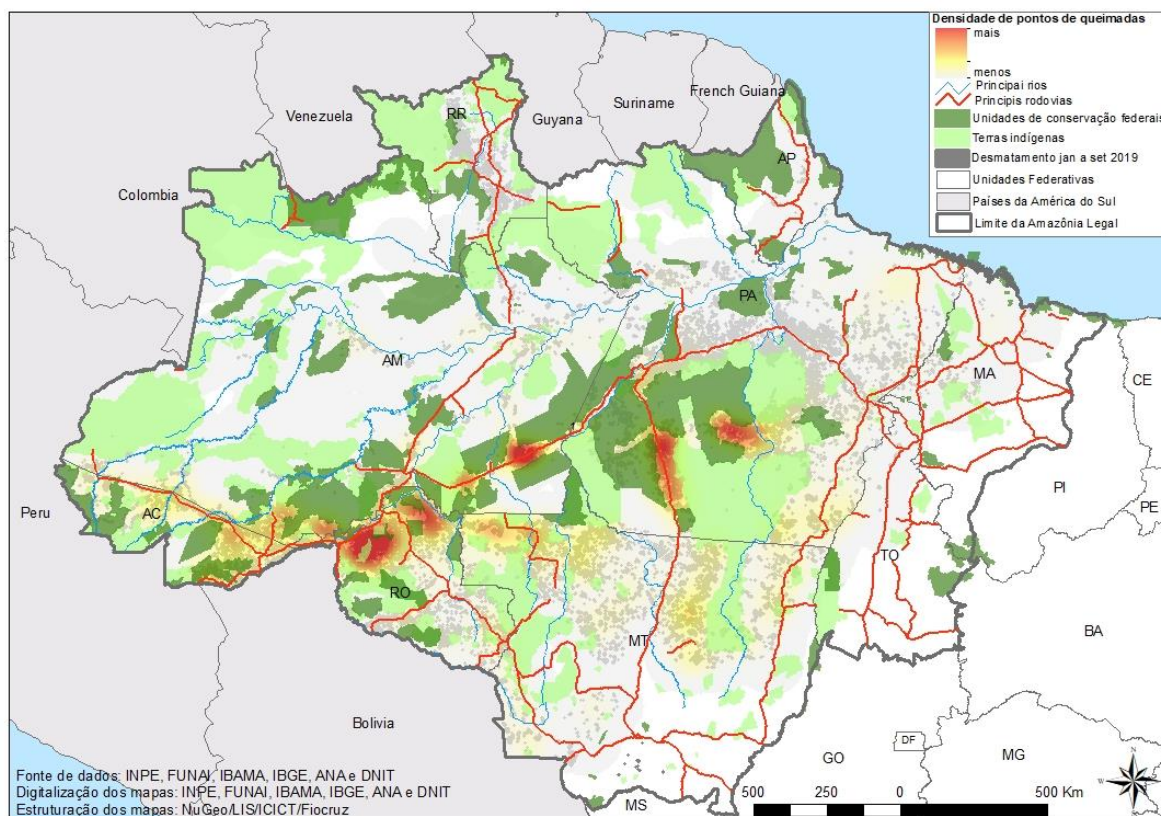


Figura 1: Desmatamento (janeiro a setembro de 2019) e focos de calor (maio a setembro de 2019) na Amazônia Legal.

Os focos de calor se concentraram em áreas próximas a estradas como a BR-230 (Transamazônica), BR-163 e BR-364 e em áreas com desmatamento recente. Alguns destes focos se encontram nas bordas de Terras Indígenas, que ainda parecem desempenhar um papel de proteção contra as queimadas e o desmatamento.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

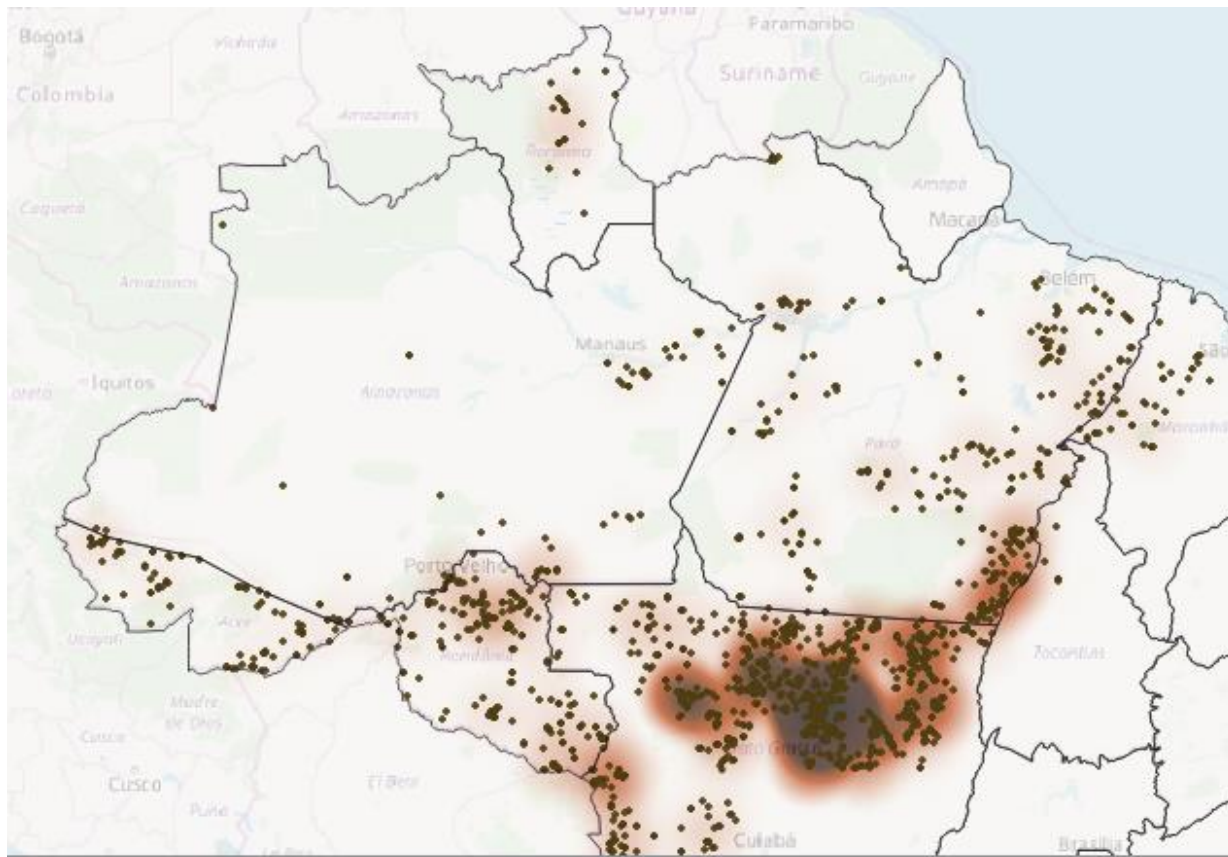


Figura 2: Focos de calor e potencial de emissão de poluentes (FRP) durante os meses de maio e junho de 2019.

Observa-se para os meses de maio e junho uma grande concentração de focos de calor no norte do estado de Mato Grosso e sul do Pará. Estes meses correspondem ao início da estação seca no hemisfério sul, e a ocorrência de queimadas tende a se agravar nos meses de julho a outubro, a partir do qual retornam as chuvas intensas na região. Apesar de se observar focos de calor em grande parte da região, estes são mais concentrados ao longo do Arco do Desmatamento, e com maior potencial de emissão de poluentes no norte do estado de Mato Grosso e sul do Pará.

A queima de biomassa gera uma grande diversidade de gases, oligoelementos, *black carbon* (material particulado fino e orgânico, resultado da queima incompleta de biomassa) e material particulado, principalmente na moda fina, com diâmetro aerodinâmico de até 2,0 μm e na moda grossa de 2,0 μm a 10 μm . O material particulado gerado pela queima de biomassa tem grande capacidade de transporte e dispersão de centenas quilômetros produzindo plumas de poluição de larga escala.

A figura abaixo mostra a dispersão da pluma de poluição no estado de Rondônia.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)



Figura 3: Focos de calor e dispersão de material particulado em Rondônia no dia 14 de agosto de 2019.
Fonte: Nasa.

Pode-se observar na figura o transporte de material particulado na atmosfera a longa distância a partir de focos de incêndio. Apesar de não estar próxima a nenhum foco de incêndio, a cidade de Porto Velho é atingida pela pluma de dispersão de poluentes, vindos de sudeste. É importante também observar que alguns focos de incêndio produzem pequena quantidade de fumaça, enquanto outros geram uma grande emissão de material particulado. No primeiro caso, estão os focos localizados em áreas de pastagem ou já desflorestadas. No segundo caso, estão os focos próximos ou no interior de áreas com cobertura vegetal nativa, que possuem maior poder de combustão. O material particulado gerado pela queima de biomassa pode ser transportado a longas distâncias pelos ventos. Os gases, como o CO₂, possuem ainda maior capacidade de dispersão, como mostra a figura abaixo.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

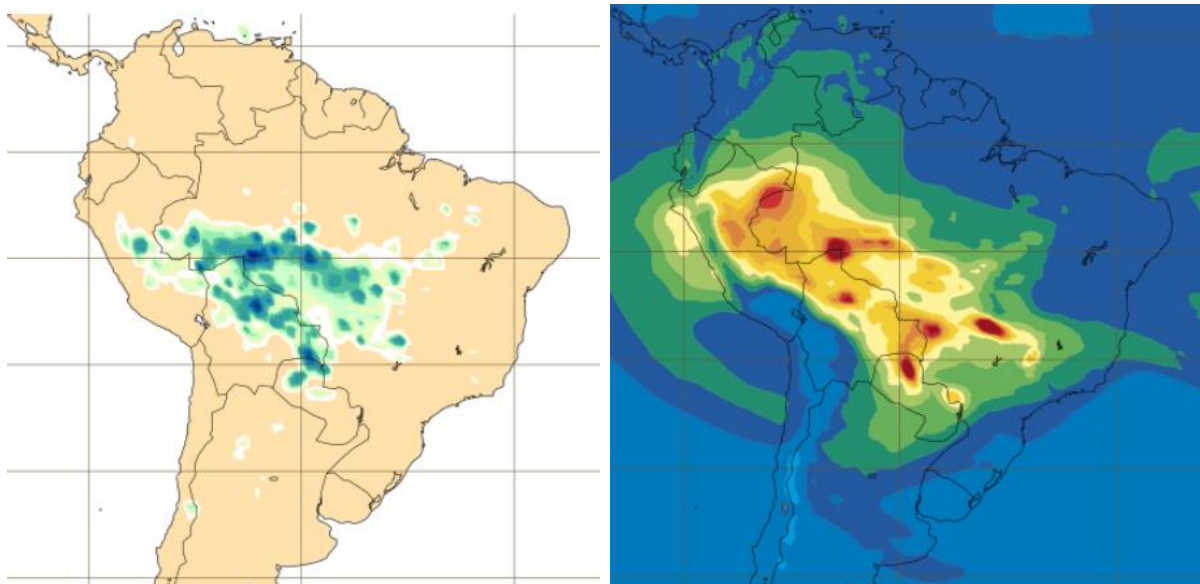


Figura 4: Concentração de material particulado e de monóxido de carbono (CO) na atmosfera em setembro de 2019. Fonte: CAMS, the Copernicus Atmosphere Monitoring Service (<https://atmosphere.copernicus.eu>).

Deve-se atentar que as queimadas costumam ter início na Amazônia em maio e atingem seu máximo em agosto e setembro, como mostra a tabela a seguir. Espera-se, portanto que haja um maior grau de emissão de poluentes atmosféricos e de problemas de saúde relacionados nos próximos meses.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

| Ano | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maió | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro |
|------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| 1998 | - | - | - | - | - | 2620 | 5706 | 29683 | 29627 | 13160 | 4178 | 2640 |
| 1999 | 221 | 385 | 153 | 116 | 764 | 2401 | 5681 | 29133 | 24604 | 17826 | 4999 | 1782 |
| 2000 | 133 | 202 | 463 | 123 | 1371 | 4848 | 2657 | 16813 | 15473 | 14525 | 6207 | 3310 |
| 2001 | 228 | 733 | 1137 | 711 | 1283 | 7117 | 3715 | 23902 | 25897 | 19264 | 9054 | 4402 |
| 2002 | 720 | 765 | 989 | 761 | 2769 | 8794 | 11661 | 53377 | 64827 | 35967 | 27519 | 10014 |
| 2003 | 4139 | 1819 | 2208 | 1556 | 3539 | 11394 | 22480 | 40505 | 63683 | 33799 | 22282 | 14866 |
| 2004 | 2356 | 958 | 1408 | 1542 | 5155 | 14493 | 24899 | 49930 | 91745 | 33323 | 31697 | 18139 |
| 2005 | 4618 | 1427 | 967 | 1343 | 2881 | 5177 | 24071 | 73683 | 85108 | 37464 | 19488 | 7767 |
| 2006 | 2444 | 1056 | 1095 | 897 | 1492 | 4602 | 10456 | 40473 | 60858 | 22717 | 20800 | 9218 |
| 2007 | 2269 | 1879 | 1896 | 1254 | 2718 | 7552 | 11785 | 67774 | 101817 | 40605 | 17925 | 5921 |
| 2008 | 1111 | 637 | 979 | 799 | 963 | 2975 | 8693 | 26274 | 34735 | 32389 | 18065 | 6873 |
| 2009 | 1575 | 510 | 784 | 610 | 1038 | 2055 | 4764 | 13170 | 25876 | 22393 | 21596 | 6889 |
| 2010 | 2060 | 1413 | 1636 | 1572 | 2529 | 5928 | 13228 | 67077 | 77295 | 21603 | 15105 | 6329 |
| 2011 | 964 | 350 | 573 | 819 | 1227 | 2930 | 4846 | 12653 | 28347 | 14375 | 11715 | 8483 |
| 2012 | 1370 | 576 | 766 | 998 | 1883 | 4169 | 8364 | 35263 | 40325 | 22694 | 14155 | 6087 |
| 2013 | 1408 | 579 | 1063 | 889 | 1593 | 3195 | 5415 | 14780 | 24511 | 14873 | 8057 | 8658 |
| 2014 | 1820 | 585 | 1216 | 1138 | 1687 | 4213 | 6427 | 29861 | 28729 | 20593 | 13923 | 8443 |
| 2015 | 2611 | 1251 | 858 | 1153 | 1202 | 3610 | 5808 | 28589 | 40452 | 29112 | 19055 | 12665 |
| 2016 | 4868 | 2188 | 2497 | 2049 | 2061 | 3831 | 12050 | 27391 | 28295 | 19771 | 13529 | 5516 |
| 2017 | 1056 | 522 | 1121 | 1100 | 1792 | 3615 | 11779 | 27712 | 55994 | 20464 | 15711 | 8545 |
| 2018 | 1720 | 992 | 1764 | 828 | 1909 | 3846 | 7572 | 15001 | 31140 | 13322 | 9948 | 2366 |
| 2019 | 1852 | 1675 | 3943 | 2193 | 2141 | 4838 | 8567 | 39177 | | - | - | - |

Tabela 1: Número de focos de calor na Amazônia Legal de 1998 a 2019. Fonte: INPE. BD Queimadas, acessado em 20 de agosto de 2019.

Incidência de doenças respiratórias na Amazônia Legal

Os impactos e efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana afetam diferentemente os grupos etários, sendo mais suscetíveis à poluição as crianças e idosos, ou aqueles com doenças crônicas, como a asma e outras doenças inflamatórias, que são agravadas pela poluição, principalmente por gases tóxicos e pelo material particulado fino. As crianças são mais suscetíveis à poluição, por possuírem um sistema imunológico ainda em desenvolvimento e o aparelho respiratório em formação. Além disso, crianças passam mais tempo ao ar livre que os adultos e inalam mais poluentes. Durante exercício físico, aumenta 5 vezes a deposição de partículas no pulmão. A exposição à poluição atmosférica agrava inflamação das vias aéreas e aumenta a atividade autoimune (Vidoto et al., 2012). Na Amazônia vários estudos, realizados pelo grupo da Fiocruz, referentes à exposição de escolares entre 6 e 13 anos à poluição do ar, evidenciam os efeitos das queimadas, caracterizados pela redução da função pulmonar de crianças (Jacobson et al, 2012; 2014; Rosa et al, 2009).

O mapa a seguir mostra a distribuição espacial da taxa de internação de crianças (de 0 a 10 anos) por problemas respiratórios por 100.000 na Amazônia Legal. Os dados foram obtidos para os meses de maio a junho de 2009, último período disponível pelo SIH (www.datasus.gov.br).



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

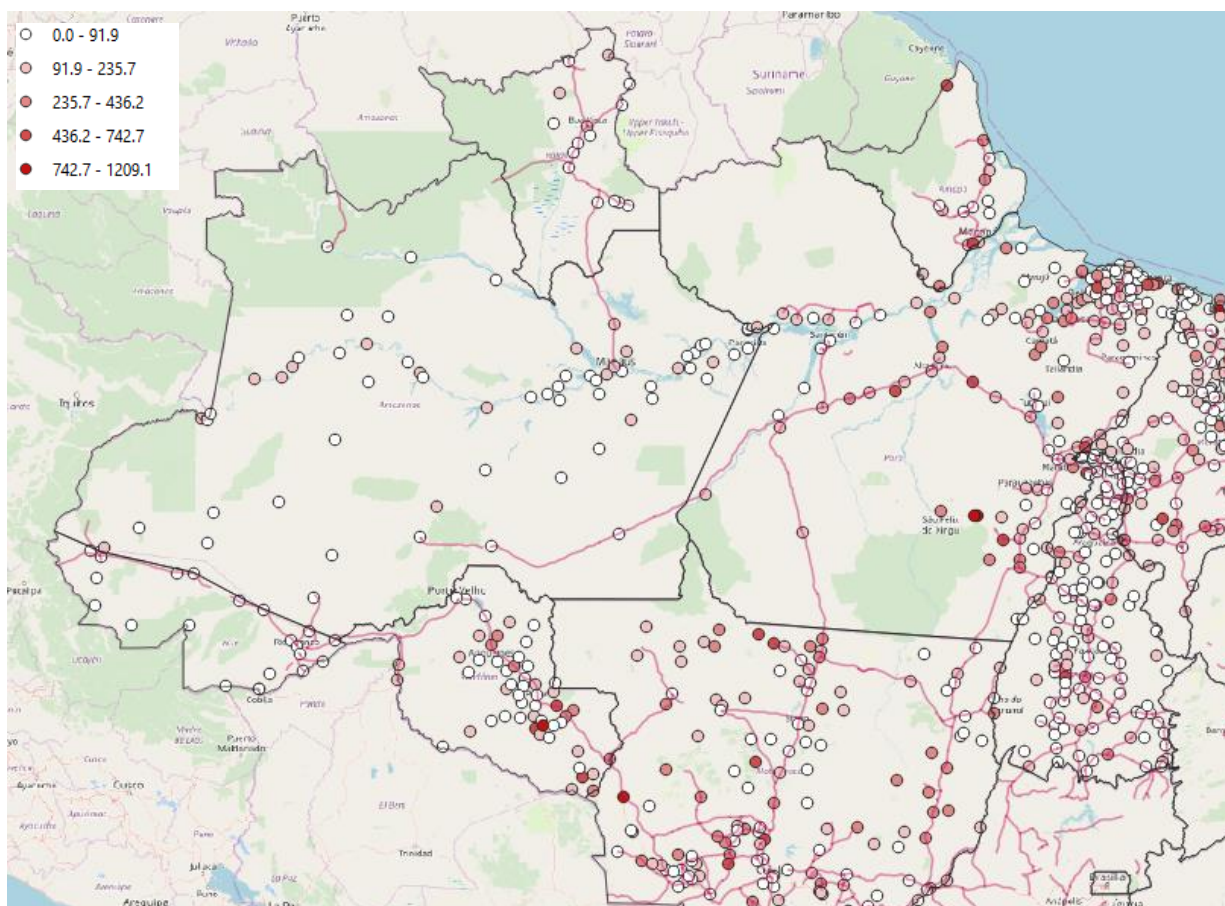


Figura 5: Taxa de internação de crianças por problemas respiratórios por 100.000 crianças (de 0 a 10 anos). Fonte: Datasus.

Para calcular os riscos da incidência de doenças respiratórias foi utilizada a técnica de varredura espacial (Satscan) de modo a detectar conjuntos de municípios que possuem taxas de internação por doenças respiratórias acima do valor esperado, considerando que a distribuição destas doenças fosse uniforme em toda a região da Amazônia Legal.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

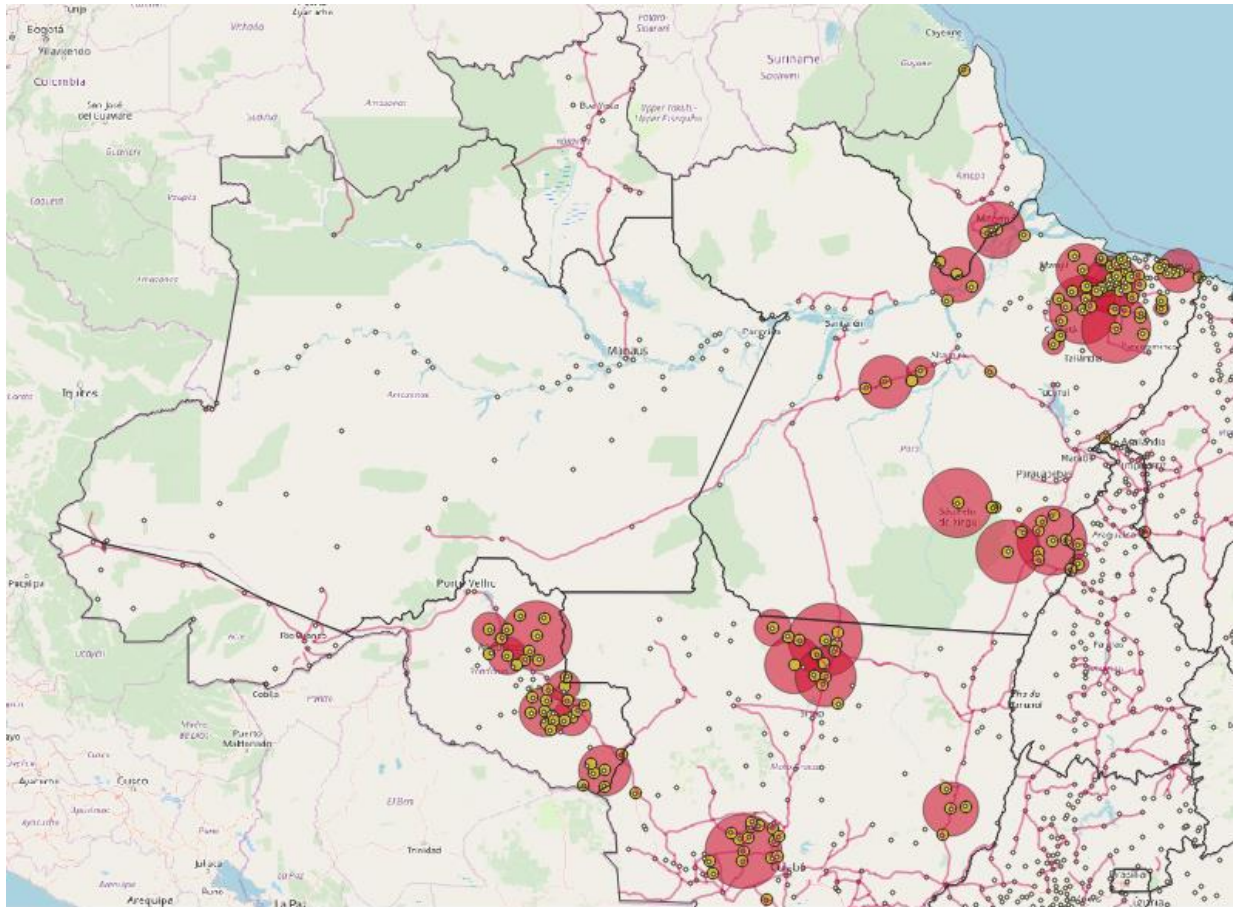


Figura 5: Aglomerados de cidades com taxas de internação de crianças por problemas respiratórios com valores significativamente maior que o esperado. Fonte: Datasus.

Foram identificados 36 agrupamentos de cidades com altas taxas de internação, correspondendo a 100 municípios. Nestas cidades foi verificado um total de 5091 internações por mês, quando o valor esperado seria de 2589 internações, isto é, quase o dobro do normal, se a incidência de problemas respiratórios fosse uniforme em toda a Amazônia. Estes resultados sugerem um excesso de cerca de 2500 internações de crianças nos municípios mais impactados pelas queimadas.

Considerando o perfil médio das internações de crianças por problemas respiratórios no SUS, estas internações teriam gerado um custo excedente de 1,5 milhões de Reais e 9.750 leitos-dia de ocupação nos hospitais públicos e conveniados com o SUS.

Com relação à mortalidade por doenças respiratórias, no momento somente é possível avaliar os óbitos ocorridos nos hospitais, isto é, entre criança internadas. De janeiro a julho de 2019 houve mais casos de óbitos nos estados de Rondônia, Pará e Mato Grosso em relação ao mesmo período de 2018. No Pará,



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

por exemplo, houve um decréscimo de 16576 para 15083 internações. No entanto, o número de óbitos de crianças por problemas respiratórios aumentou de 86 para 88 em 2018.

Também foi calculada a taxa de internação por doenças respiratórias segundo a densidade de focos de calor, que mostra um gradiente de exposição a poluentes atmosféricos (figura 2). Os valores médios das taxas e risco relativo (RR) foram calculados para 3 categorias de densidade de focos. Foi obtido o gráfico a seguir.

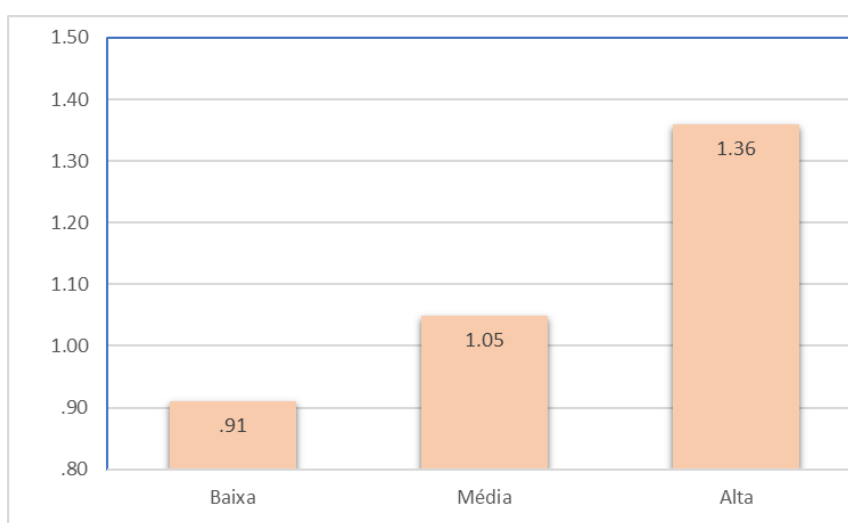


Figura 6: Risco relativo de internações de crianças (menores de 10 anos) por problemas respiratórios segundo categorias de densidade de focos de calor na Amazônia Legal, no período de maio e junho de 2019.

A figura mostra um gradiente de riscos segundo a proximidade a focos de calor. As cidades mais distantes possuem RR de 0,91, isto é, possuem uma ligeira proteção contra este tipo de evento. No outro extremo, o RR é de 1,36, isto é, as cidades mais próximas a focos de calor possuem um incremento médio de 36% nas taxas de internação por doenças respiratórias em crianças ($p < 0,05$).

Comparação com anos anteriores

Em relação a anos anteriores, foram comparadas as internações de crianças (menores de 10 anos) por problemas respiratórios ocorridas em maio e junho de 2019, em relação à série histórica da Amazônia Legal (de 2008 a 2018) (ver nota metodológica).



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

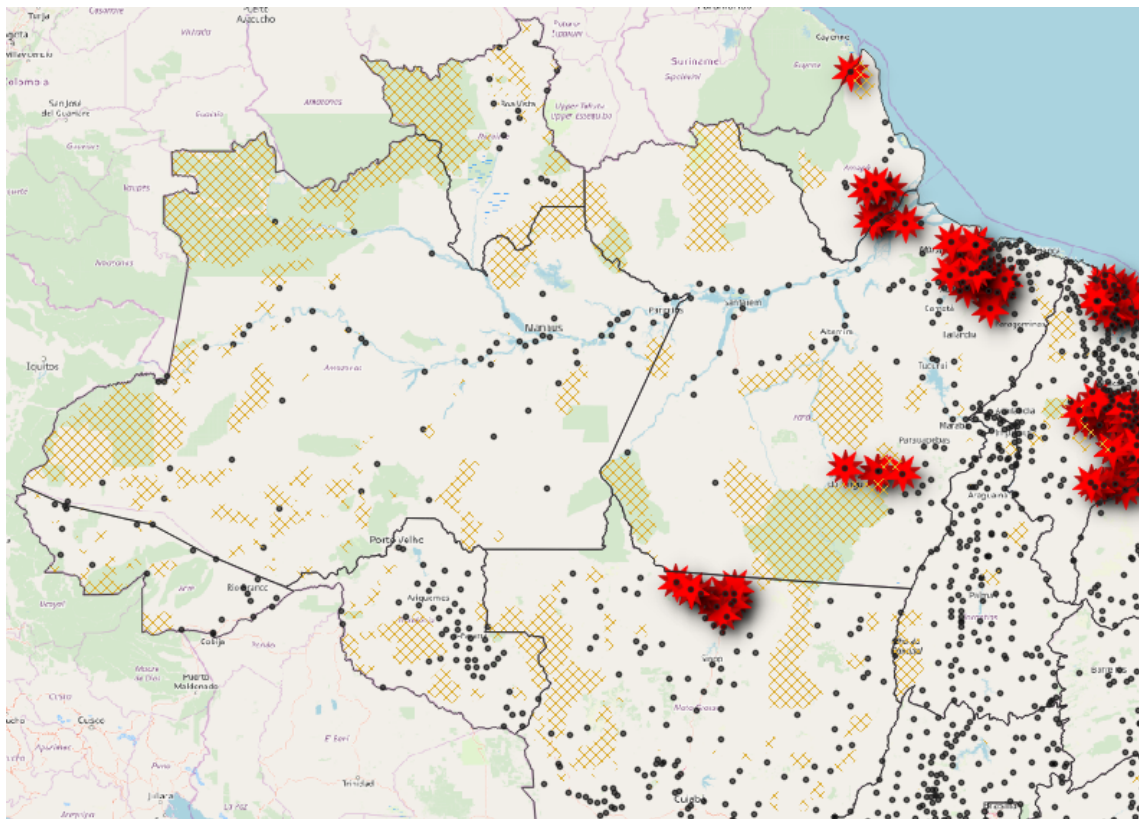


Figura 7: Cidades com taxas de internação de crianças por problemas respiratórios com valores significativamente maior em 2019, que o esperado em relação aos anos anteriores. Fonte: Datasus.

O mapa mostra um excesso significativo de internações em cidades dos estados no Amapá, Pará, Maranhão e Mato Grosso, o que demonstra que para estes locais este foi o pior ano em termos de impactos à saúde por problemas respiratórios.

Ao todo foram identificadas 96 cidades que apresentaram um excesso (estatisticamente significativo) de internações de crianças por problemas respiratórios para o ano de 2019. Foram contabilizadas 2556 internações, quando o valor esperado, seguindo-se os padrões dos anos anteriores seria de 2011 internações, o que representa um excesso de 545 internações na região da Amazônia Legal ($RR = 1,27$).

No norte do Mato Grosso, 9 cidades apresentaram um número de internações (147) significativamente acima do esperado (99), isto é, um excesso de 48 internações ($RR = 1,48$). Outra área fortemente impactada pelas doenças respiratórias foi a região de São Félix do Xingu, com 168 internações de crianças, quando haveria um número esperado de 113 internações se se mantivessem os padrões observados nos anos anteriores ($RR = 1,49$). No sul do Maranhão, 45 cidades foram atingidas, gerando um total de 515 internações por problemas respiratórios, quando se esperariam 357 internações, baseado nos anos anteriores.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Conclusões

A exposição à poluição do ar provoca 7 milhões de mortes em todo o mundo, a cada ano, e custa cerca de 5 trilhões de dólares (OMS, 2019). Nos 15 países que mais emitem gases de efeito estufa, estima-se que os impactos da poluição do ar na saúde custem mais de 4% de seu Produto Interno Bruto (PIB). Por outro lado, ações para atingir as metas do Acordo de Paris custariam cerca de 1% do PIB global.

A partir do Quinto Relatório do IPCC (AR5) ocorreu a adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e a acumulação de evidências que vinculam sustentabilidade, clima e poluição atmosférica, assim como a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visam implementar medidas transformadoras necessárias para um caminho sustentável e resiliente.

As queimadas na Amazônia representam um grande risco à saúde da população. Os poluentes emitidos por estas queimadas podem ser transportados a grande distância, alcançando cidades distantes dos focos de queimadas. Dentre os poluentes, encontram-se o material particulado fino (PM_{2.5}), CO (monóxido de carbono), NO₂ (dióxido de nitrogênio) e compostos orgânicos voláteis (VOCs) que podem causar o agravamento de quadros de cardiopatia, inflamação das vias aéreas, inflamação sistêmica e neuroinflamação, disfunção endotelial, coagulação, aterosclerose, alteração do sistema nervoso autônomo, e danos ao DNA, com potencial carcinogênico (Oliveira et al., 2017). De acordo com Gonçalves et al. (2010), os óbitos e internações hospitalares são os aspectos mais graves e evidentes dos problemas de saúde causados pelas queimadas. Outros eventos adversos de saúde, como atendimentos de emergência e limitações funcionais do sistema respiratório são fenômenos mais frequentes, mas de difícil detecção pelos sistemas de informação de saúde.

A área do Arco do Desmatamento concentra a maior parte dos focos de queimadas e também as maiores taxas de internação por doenças respiratórias da região amazônica. Somente em maio e junho de 2019 foram registradas nesta área cerca de 5000 internações de crianças por mês, o dobro do valor esperado. Estes eventos representaram para o SUS um custo excedente de cerca de R\$ 1,5 milhões mensais. Viver em uma cidade próxima a focos de calor aumenta a probabilidade de se internar por doenças respiratórias em 36%.

Com o agravamento das condições de seca nos meses subsequentes, e a ocorrência, ao que tudo indica criminosa, de queimadas em áreas florestadas, de cerrado e áreas agrícolas com resíduos de madeira, espera-se um aumento do número de internações e a ocupação de leitos do SUS com crianças com problemas respiratórios. Além disso, deve-se considerar que a poluição atmosférica pode atingir pessoas de outras faixas etárias, como os idosos, não consideradas neste informe, e produzir outros problemas de saúde, tampouco considerados.

Resta destacar que os eventos de queimadas podem ser localizados com algum grau de precisão, considerado sua localização em torno de estradas e ao longo das fronteiras de expansão agrícola, de forma legal ou ilegal, em geral precedidos por atividades de desmatamento. O controle de queimadas



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

possui hoje ferramentas tecnológicas que permitem a detecção de focos de desmatamento e de calor que podem ser combatidos pelas instituições nacionais.

Por sua parte, o SUS e todo o sistema de saúde deve estar alerta para estas tendências, de modo a se programar para o atendimento à saúde das populações mais vulneráveis da região, principalmente no Arco do Desmatamento, em épocas de seca e queimadas, bem como o reforço da atenção básica de saúde e a busca ativa de casos em locais de maior concentração de queimadas e maiores níveis de poluição atmosférica, já que alguns grupos populacionais podem não estar tendo acesso a hospitais.

Referências bibliográficas

- Artaxo, P.; Gatti, V. L.; Córdova, M. A.; Longo, M. K.; Freitas, R. S. Química atmosférica na Amazônia: A floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. *Acta Amazônica*, 35(2), 185-196.
- Freitas SR; Longo KM.; Dias MAF; Dias PLS. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. *Estudos Avançados*. 2005, 19(53): 167-185.
- Goncalves KS; Castro HA; Hacon, SS. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2012, 17(6): 1523-1532.
- Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon SDS, Netto PA. Impact on human health of particulate matter emitted from burning in the Brazilian Amazon region. *Rev Saude Publica*. 2010;44(1):121-30.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2012. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas>
- Jacobson LSV, Hacon SS, Castro HA, Ignotti E, Artaxo P, and Ponce de Leon ACM. Association between fine particulate matter and the peak expiratory flow of schoolchildren in the Brazilian subequatorial Amazon: a panel study. *Environ Res* 2012;117:27-35.
- Jacobson LSV; Hacon S ; Castro HA ; Ignotti E ; Artaxo, P. ; Saldiva, P. H. ; Ponce de Leon A C . Acute Effects of Particulate Matter and Black Carbon from Seasonal Fires on Peak Expiratory Flow of Schoolchildren in the Brazilian Amazon. *Plos One* , v. 9, p. e104177, 2014.
- Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 26:1481-1496, 1997.
- Oliveira N; Vessoni AT; Quinet A; Fortunato RS; Kajitani GS; Peixoto MS; Hacon SS; Artaxo P; Saldiva P; Menck CFM; Batistuzzo MSR. Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells. *Scientific Reports* , v. 7, p. 10937, 2017
- OMS (Organização Mundial de Saúde). Cinco razões pelas quais você deve se preocupar com a poluição do ar. 2009, <https://nacoesunidas.org/cinco-razoes-pelas-quals-voce-deve-se-preocupar-com-a-poluicao-do-ar/>.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Silva AMC, Mattos IE, Freitas SR, Longo KM, Hacon SS. Material particulado (PM2.5) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2010; 13(2): 337-351.

Vidoto JP, Pereira LA, Braga AI, Silvia CA, SAlium AM, Campos LM, Martins LC, FArhat SC. Atmospheric Pollution: Influence on hospital admissions in Paediatric Cheumatic diseases. *Lupus*. 2012,21: 526-33

Zosa AM, E. Ignotti, Hacon SS, Castro HA. Prevalence of asthma in children and adolescents in a city in the Brazilian Amazon region. *J Bras Pneumol* 2009;35(1):7-13.

Notas Metodológicas

O número de internações por problemas respiratórios (Capítulo X da CID-10) foi obtido por meio do Sistema de Informações Hospitalares, disponível em www.datasus.gov.br. Foram selecionados os municípios pertencentes à região da Amazônia Legal para os meses de maio e junho de 2019, os dados mais recentes disponíveis no sistema. Para se estimar o valor médio de internações na região, foram tabulados os dados de internação por toda a série histórica disponível (2008 a 2018). Foi calculado número de internações para crianças na faixa etária de 0 a 9 anos de idade segundo seu município de residência. O número de crianças na mesma faixa etária foi obtido usando dados do censo demográfico de 2010. Estes dados foram organizados em tabelas e georreferenciados segundo as coordenadas das sedes dos municípios e mapeados usando o software de domínio público QGis versão 3.4.

A localização de focos de calor para o mesmo período de maio e junho de 2019 foi obtida pelo Banco de Dados de Queimadas, mantido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram selecionados os focos de queimadas detectados pelo sensor Aqua para a área da Amazônia Legal. Estes registros têm como atributos as coordenadas dos focos de calor, o risco de fogo e o valor de FRP (Fire Radiative Power), que foi usado para avaliar o potencial de emissão de material particulado.

Os pontos de focos de queimadas foram interpolados por método de kernel e criada uma superfície de densidade que representa a probabilidade de ocorrerem focos em uma área. Estes dados raster foram vetorizados e categorizados em 3 classes. As taxas de internação por doenças respiratórias foram recalculadas para estas 3 categorias para se avaliar o gradiente de risco em relação à exposição, estimada pela densidade de focos de calor, calculando-se o risco relativo para cada categoria.

A identificação de aglomerados espaciais (*clusters*) foi realizada por meio do software Satscan (Kulldorff, 1997), utilizando-se duas técnicas. A primeira técnica busca distinguir agrupamentos de municípios que possuem taxas de incidência significativamente acima dos valores esperados. Para isso, se adotou a população na faixa etária de 0 a 9 anos de cada município e se empregou uma distribuição de Poisson para calcular a significância estatística destas taxas. Esta técnica permite avaliar o número esperado de casos, considerando que os riscos sejam uniformes em todos os municípios, isto é, que a taxa média de internações seja igual em toda a região.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

A segunda técnica procura comparar o número de casos observado com um valor de controle, esperado para cada município, considerando-se a média do número de internações nos anos anteriores (2008 a 2018) também para os meses de maio e junho. Foi adotada a distribuição de Bernoulli para comparação entre estes valores e cálculo do risco relativo dos agrupamentos de casos, a significância estatística entre o número observado e esperado de casos, e o excesso de casos.